饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊生长性能、血清生化指标、屠宰性能和肉品质的影响

唐　鹏　王尧悦　王国军　陈玉林　杨雨鑫*

（西北农林科技大学动物科技学院，杨凌 712100）

摘　要：本研究旨在探究饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊生长性能、血清生化指标、屠宰性能和肉品质的影响。选取 76 只 8～9 月龄陕北白绒山羊，随机分为 2 组，每组 38 只。试验组代谢能为 9.24 MJ/kg，粗蛋白质含量 9.37%，对照组代谢能为 8.60 MJ/kg，粗蛋白质含量为 8.73%。试验期 65 d，其中前 10 d 为预试期。结果表明：试验组平均日增重、屠宰率、眼肌面积、GR 值、粗脂肪含量均显著高于对照组（$P<0.05$）；2 组间其他生长性能指标（终末体重、干物质采食量、料重比）、屠宰性能指标（胴体重、胴体切块及比例）、肉品质指标、血清生化指标无显著差异（$P>0.05$）。结果提示，在陕北白绒山羊育肥阶段，饲粮粗蛋白质含量由 8.73%提高到 9.37%，代谢能由 8.60 MJ/kg 提高到 9.24 MJ/kg 能显著提高生长性能和屠宰性能。

关键词：陕北白绒山羊；能量水平；蛋白质水平；生长性能；屠宰性能；肉品质

中图分类号：S826

陕北白绒山羊是陕西省北部地区特有的地方品种，为绒肉兼用型山羊。陕北白绒山羊以辽宁绒山羊为父本，本地黑山羊为母本杂交而来，具有绒纤维品质好，单位体重产绒量高且遗传性稳定等特点[1]。陕北白绒山羊每年给陕北当地农牧民带来了大量收入，已经成为了当地扶贫攻坚的利器。当前随着人民生活水平的提高，羊肉因为其高蛋白质、低脂肪、低胆固醇的特征逐渐受到广大人民群众的喜爱[2]，为了提升陕北白绒山羊的综合经济效益，需要进

收稿日期：2017-11-27

基金项目：国家绒毛产业技术体系（CARS-39-12）、公益性行业(农业)科研专项（201303059）

作者简介：唐　鹏（19-），男，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail: 392887676@qq.com

*通信作者：杨雨鑫，副教授，E-mail: yangyuxin2002@126.com

一步研究在舍饲条件下饲粮能量和蛋白质水平对其产肉性能的影响，为大力开发绒山羊的肉用性能奠定基础。前人在陕北白绒山羊的研究有羯羊的屠宰性能[3]、哺乳期羔羊的生长曲线[4]、周岁羯羊肌肉的常规营养水平[5]，这些研究在指导绒山羊的饲养中发挥了积极作用。但将这些指标综合分析的试验较少。本试验全面分析在饲粮能量和蛋白质水平的影响下，陕北白绒山羊的生长性能、血清生化指标、屠宰性能、肉品质等指标的变化，为陕北白绒山羊生产提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验动物与试验设计

选择 8～9 月龄体况良好的绒山羊 76 只，根据随机区组设计将试验动物分为 2 组[（对照组（19.40±3.71） kg，试验组（18.99±4.45） kg]，进行为期 65 d 的饲养试验（前 10 d 为预试期）。参照 NY/T 816-2004《肉羊饲养标准》，按体重 20 kg 日增重 100 g 育肥羔羊营养需要配制试验饲粮，对照组代谢能为 8.60 MJ/kg，粗蛋白质含量为 8.73%，试验组代谢能为 9.24 MJ/kg，粗蛋白质含量为 9.37%，试验饲粮组成及营养水平见表 1，营养水平的计算参照《中国饲料成分及营养价值表（2016 年第 27 版）》。试验前清理羊舍，自由采食，每天固定时间饲喂 2 次，自由饮水。

表 1 试验饲粮组成及营养水平（干物质基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (DM basis) %

项目 Items	含量 Content	
	对照组 Control group	试验组 Test group
原料 Ingredients		
玉米 Corn	37.00	34.60
麸皮 Wheat bran	4.00	5.00
豆粕 Soybean meal	0.50	0.80

大豆油 Soybean oil		1.50
玉米秸秆 Corn stalks	55.00	50.00
苜蓿干草 Dried alfalfa hay		5.00
石粉 Limestone	1.10	0.80
二水合磷酸氢钙 $CaHPO_4·2H_2O$	0.90	0.80
食盐 NaCl	0.50	0.50
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]		
粗蛋白质 CP	8.73	9.37
代谢能 ME/(MJ/kg)	8.60	9.24
粗脂肪 EE	2.11	3.34
无氮浸出物 NFE	28.15	27.63
中性洗涤纤维 NDF	43.52	42.36
酸性洗涤纤维 ADF	26.04	25.65
钙 Ca	0.87	1.08
磷 P	0.44	0.43

[1)] 预混料为每千克饲粮提供 The premix provides the following per kg of diet:VA 600 000 IU,VD_3 200 000 IU,VE 2 000 IU,Fe 15 g,Zn 15 g,Cu 4.5 g,I 200 mg,Mn 10 g。

[2)] 营养水平为计算值。Nutrient levels are calculated values.

1.2 样品采集与测定

试验羊每天在 08:30 和 16:00 等量饲喂，并记录采食量。在试验开始时记录初始体重；在试验结束时记录终末体重，每组随机选取 6 只羊，共 12 只，禁食 24 h、禁水 2 h 后屠宰，

屠宰前采血。

颈部静脉采集血液到含有促凝剂的真空管，静置 15 min，1 509.3×*g* 离心 10 min 取上层血清保存于-20 ℃，送往陕西省咸阳市杨凌示范区医院使用全自动生化分析仪做后续的血清生化指标的测定，指标包括总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）、球蛋白（GLO）、尿素氮（UN）、葡萄糖（GLU）、甘油三酯（TG）和总胆固醇（TC）浓度。

1.2.2 屠宰指标测定

胴体重：屠宰放血后去皮、内脏、头、前膝关节以及后趾关节以下，静置 30 min 后称重[6]。

GR 值：第 12 肋骨与第 13 肋骨之间，距离脊中线 11 cm 处的组织厚度[6]

屠宰率：胴体重占活体重的比例。

眼肌面积：用硫酸绘图纸描绘倒数第 1 肋骨与倒数第 2 肋骨之间背最长肌的轮廓，使用 CS-1 型求积仪测得眼肌面积[7]。

1.2.3 肉品质的测定

肉品质指标参考文献[8]测定。

pH：胴体静置 45 min 和 24 h 后分别测定羊肉的 pH。

失水率：羊肉受到一定的外界压力后，在一定时间内失去的水分占压前重的比例。

熟肉率：羊肉受高温蒸煮后，保留的重量与原有重量的比例。将羊肉放在 2 000 W 的电磁炉上蒸煮 45 min，取出后室温冷却 30 min 后称取保留重量。

滴水损失：肉样在不受外力的作用下，液体的流失量。把肉样悬空在充有饱满气体的保鲜袋中，放置于 4 ℃环境 24 h 后失去的水分比上放前重量。

嫩度：使用 C-LM 型肌肉嫩度仪测定。

肉色：使用胴体肌肉色测定仪（OPTO-STAR，德国 Matthaus 公司）测定。

1.2.4　羊肉常规营养成分含量的测定

干物质含量：称取一定量肉样放在洗净干燥的称量瓶中，在 105 ℃烘箱中烘 8 h，直到 2 次重复称重之差小于 0.000 5 g，得到的重量为样品的干物质，计算羊肉样品干物质含量。总能：使用氧弹热力计测定羊肉干物质样品的能量。粗蛋白质含量：使用半凯氏定氮仪测定。粗脂肪含量：使用索氏抽提法测定。

1.2.5　胴体分割与切块

将羊肉胴体分割成 10 部分，分别为前小腿、后小腿、颈部、胸部、腹部、肩部、背部、腰部、腰臀部和股部。分割方法参见 NY/T 1564-2007《羊肉分割技术规范》[9]。这 10 个部分根据赵有璋[10]的方法，可以分割为不同的商业等级，其中肩部、背部、腰部、腰臀部和股部为优质切块，颈部、胸部和腹部为二等切块，前小腿和后小腿为三等切块[11]。优质比例、二等比例和三等比例分别为优质切块、二等切块和三等切块重量所占胴体重的比例。

1.3　数据处理

试验数据采用 SPSS 20.0 统计软件 ANOVA 模型进行单因素方差分析及 Duncan 氏多重比较，结果用平均值±标准差表示，P<0.05 表示差异显著。

2　结　果

2.1　饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊生长性能的影响

由表 2 可知，对照组和试验组的初始体重没有显著差异（P>0.05），符合随机分组的原则。试验组的平均日增重（ADG）显著高于对照组（P<0.05）。2 组间平均日采食量以及料重比无显著差异（P>0.05）。

表 2　饲粮营养水平对陕北白绒山羊生长性能的影响

Table 2　Effects of dietary energy and protein levels on growth performance of *Shanbei* white cashmere goats

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Test group
初始体重 Initial body weight/kg	19.40±3.71	18.99±4.45
终末体重 Final body weight/kg	24.78±3.91	25.19±4.85
平均日增重 ADG/g	81.06±9.85^{b}	95.37±9.48^{a}
干物质采食量 DMI/(kg/d)	1.13±0.14	1.14±0.15
料重比 F/G	13.43±0.78	12.05±0.59

同行数据肩标不同字母表示差异显著（P<0.05）。下表同。

Values in the same row with different letter superscripts mean significant difference （P<0.05）. The same as follows.

2.2 饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊血清生化指标的影响

由表 3 可知，对照组与试验组各血清生化指标无显著差异（P>0.05），但其中血清 TP、GLO 浓度有随能量蛋白水平提高而升高的趋势。

表 3 饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊血清生化指标的影响

Table 3 Effects of dietary energy and protein levels on serum biochemical indices of *Shanbei* white cashmere goats

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Test group
总蛋白 TP/(g/L)	59.30±4.83	66.53±2.19
白蛋白 ALB/(g/L)	27.08±2.81	27.90±1.36
球蛋白 GLO/(g/L)	32.73±1.79	38.67±3.75
白球比 ALB/GLO	0.79±0.08	0.75±0.07
尿素氮 UN/(mmol/L)	4.95±1.43	4.69±0.57
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	2.28±0.48	2.03±0.46
甘油三酯 TG/(mmol/L)	0.39±0.12	0.39±0.15

总胆固醇 TC/(mmol/L)	2.10±0.22	2.35±0.40

2.3 饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊屠宰性能的影响

由表 4 可知，试验组的屠宰率显著高于对照组（P<0.05）。试验组的胴体重略高于对照组，但无显著差异（P>0.05）。试验组的眼肌面积与 GR 值均显著高于对照组（P<0.05）。

表 4 饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊屠宰性能的影响

Table 4 Effects of dietary energy and protein levels on slaughter performance of *Shanbei* white cashmere goats

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Test group
胴体重 Carcass weight/kg	11.17±1.64	13.28±2.08
屠宰率 Slaughter rate/%	44.04±0.87^{b}	48.79±0.31^{a}
眼肌面积 Loin muscle area/cm^2	19.55±0.85^{b}	21.72±0.47^{a}
GR 值 GR value/mm	7.39±0.70^{b}	9.18±0.49^{a}

2.4 饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊羊肉品质的影响

由表 5 可知，与对照组相比，试验组的肉色亮度值有降低的趋势（P>0.05），红度值和黄度值无显著变化（P>0.05）。试验组的失水率和嫩度相较于对照组有升高的趋势，但是无显著差异（P>0.05）。2 组间熟肉率、滴水损失、$pH_{45\ min}$ 和 $pH_{24\ h}$ 均无显著差异（P>0.05）。

表 5 饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊羊肉品质的影响

Table 5 Effects of dietary energy and protein levels on meat quality of *Shanbei* white cashmere goats

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Test group
肉色 Meat color		
亮度 L *	37.32±3.55	35.62±1.71
红度 a *	11.28±1.52	12.76±1.62
黄度 b *	9.07±1.97	9.68±2.03
失水率 Water loss rate/%	2.26±0.50	3.01±1.01

嫩度 Tenderness/kgf	6.36±0.91	8.48±2.07
熟肉率 Cooking loss rate/%	60.10±1.83	57.42±3.38
滴水损失 Drip loss/%	13.33±1.66	14.61±1.43
$pH_{45\ min}$	6.53±0.10	6.62±0.12
$pH_{24\ h}$	5.81±0.14	5.72±0.14

2.5 饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊羊肉常规营养成分的影响

由表 6 可知，试验组的羊肉粗脂肪含量略高于对照组，但是并无显著差异（*P*>0.05）。2 组羊肉干物质、粗蛋白质含量、总能均无显著差异（*P*>0.05）。

表 6 不同营养水平对陕北绒山羊羊肉常规营养成分的影响(干物质基础)

Table 6 Effects of dietary energy and protein levels on meat regular nutrient composition of *Shanbei* white cashmere goats （DM basis）

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Test group
干物质 Dry matter/%	24.86±1.19	24.88±0.77
粗脂肪 Ether extract/%	2.89±0.34	4.40±0.67
粗蛋白质 Crude protein/%	19.48±0.68	19.24±0.70
总能 GE/(MJ/kg)	26.05±0.97	27.13±0.99

2.6 饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊胴体切块的影响

由表 7 可知，试验组的颈部、前小腿、肩部、背部、腰部重量低于对照组，而胸部、腹部、腰臀部、股部、后小腿略高于对照组，但是均无显著差异（*P*>0.05）。试验组切块的优质比例相较于对照组略高，相应地二等比例和三等比例下降。

表 7 饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊胴体切块的影响

Table 7 Effects of dietary energy and protein levels on carcass cuts of *Shanbei* white cashmere goats

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Test group
颈部 Neck/kg	0.37±0.11	0.35±0.09
前小腿 Fore shank/kg	0.19±0.02	0.18±0.04
肩部 Shoulder/kg	1.49±0.27	1.41±0.21
背部 Back/kg	0.59±0.11	0.54±0.17
胸部 Breast/kg	0.65±0.04	0.68±0.13
腹部 Belly/kg	0.22±0.48	0.27±0.15
腰部 Loin/kg	0.89±0.19	0.75±0.25
腰臀部 Rump/kg	0.66±0.15	0.75±0.17
股部 Chump/kg	0.72±0.12	0.90±0.14
后小腿 Hind shank/kg	0.29±0.03	0.31±0.02
优质切块 Good quality cut/kg	4.38±0.75	4.38±0.78
二等切块 The second class cut/kg	1.25±0.19	1.32±0.32
三等切块 The third class cut/kg	0.55±0.04	0.49±0.05
优质比例 Rate of good quality cut/%	70.68±1.76	71.45±0.81
二等比例 Rate of the second class cut/%	21.22±1.97	20.38±0.30
三等比例 Rate of the third class cut/%	9.22±2.65	8.07±0.55

3 讨 论

3.1 饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊生长性能的影响

前人研究表明，在一定的范围内，动物会根据饲粮中的能量水平来调整采食量，即采食量会随着饲粮中能量水平的提高而降低[12]。本试验结果表明，提高饲粮能量和蛋白质水平，可以显著提高陕北白绒山羊的 ADG，但是干物质采食量无显著变化。俞春山等[13]的试验结

果表明，当饲粮能量水平不同时，山羊的 ADG 并未发生显著变化。这可能与山羊品种有关，如赵超[14]在绒山羊上的研究显示，在一定范围内随着饲粮中能量水平的提高，ADG 增加；另一个可能的影响因素是蛋白质水平，Atti 等[15]在山羊的研究表明，提高饲粮蛋白质水平可以显著提高山羊的 ADG。本试验结果提示，在陕北白绒山羊的饲粮中提高饲粮能量和蛋白质水平，有利于生长性能的提升。瘤胃在反刍动物中有着至关重要的作用，反刍动物主要依靠瘤胃微生物来消化粗纤维，是反刍动物所需营养物质的主要消化部位，而提高饲粮中能量和蛋白质水平可以给微生物提供足够的营养物质，从而提高微生物降解粗纤维的能力[16]。但是过高的能量和蛋白质水平会导致瘤胃酸中毒，扰乱瘤胃内环境致使消化功能降低[17]，严重威胁动物的健康。Plaizier 等[18]和 Pacheco 等[19]研究发现，过高的饲粮能量和蛋白质水平会降低反刍动物的消化能力，原因是过高的能量和蛋白质水平会使瘤胃内产生大量的短链脂肪酸，从而降低瘤胃内 pH，瘤胃内过低的 pH 会影响瘤胃正常的蠕动并使微生物区系发生较大的变化。因此，在提高饲粮中的能量和蛋白质水平时，更应该注意不能过多地添加，应该根据动物年龄、体况、环境等各种因素综合考量[20]。

3.2　饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊血清生化指标的影响

饲粮中的营养物质经过消化吸收后，经过血液循环运送到各个组织器官以及细胞，因此血液生化指标是反应机体营养水平的一个重要指标[21]。大量的试验结果表明，改变饲粮营养物质的组成和水平会对动物的能量代谢产生影响，进而表现在血液生化指标中。有研究表明，动物饲粮中能量水平的摄入不足，可能导致血液中 GLU 浓度降低[22-24]。Chelikani 等[23]研究表明，在牛的饲粮中增加能量水平，血清中的 GLU 浓度随之增加。UN 是动物蛋白质代谢的终末产物，血清的 UN 浓度是衡量机体蛋白质和氨基酸代谢的一个指标[22,24]。本试验的结果表明，2 组血清生化指标并无显著差异，造成这一原因可能和品种差异有关，也可能是能量和蛋白质水平的提高未达到一个阈值。但是还是可以发现血清 TP 和 GLO 浓度有升高的趋势，这一问题需要进一步的试验进行验证。

3.3　饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊屠宰性能的影响

本试验结果表明，饲粮营养水平的提高可以显著提高陕北白绒山羊的屠宰率，说明在育肥陕北白绒山羊的饲粮中增加能量和蛋白质水平有利于肌肉生长和脂肪沉积。GR值和眼肌面积的显著变化也同样说明这一结果，这与前人的研究结果[25]一致。影响动物屠宰率最重要的因素是内脏的重量所占宰前活体重的比例[14]，在提高饲粮能量和蛋白质水平的条件下，肌肉生长和脂肪的沉积速度加快，使得内脏相对比例下降，从而屠宰率升高。GR值是胴体脂肪含量的标志，GR值越大代表脂肪含量越高，本试验中试验组的GR值显著高于对照组，这符合预期结果，因为动物会把多于的能量以脂肪的形式储存起来。

3.4　饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊羊肉品质的影响

本试验结果显示，改变饲粮营养水平陕北白绒山羊羊肉品质无显著变化。前人研究结果表明，改变饲粮能量和蛋白质水平可以改变肉品质[26]，在本试验中也有如嫩度升高等趋势性变化。造成这一结果的原因可能是饲粮能量和蛋白质水平的变化并未达到显著影响肉品质的阈值。

3.5　饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊羊肉常规营养成分的影响

本试验结果显示，2组的羊肉常规营养成分含量并无显著差异，仅是试验组的粗脂肪含量有升高的趋势，这与屠宰性能的结果基本一致。刘宁等[27]研究显示，一定范围内提高饲粮能量和蛋白质水平可增强肌肉之间脂肪的沉积，提高脂肪的含量，同时肌间脂肪含量也是影响肉品质的一个重要因素，将影响到肉的嫩度和多汁性[28]。可以推测，如果继续提高饲粮能量和蛋白质水平会进一步提高肌肉中脂肪含量。因为在不影响微生物生存环境的前提下，高能量、高蛋白质可以给微生物提供足够的营养，进而提高菌体蛋白的合成速度，动物利用充足的菌体蛋白可以提高肌肉中脂肪和蛋白质的沉积速度[29]。

3.6　饲粮能量和蛋白质水平对陕北白绒山羊胴体切块的影响

合理的胴体分割可以用来衡量羊肉胴体的品质，同时增加胴体的价值。饲粮能量和蛋白质水平对胴体各个部位的切块有一定影响。前期在滩羊上的研究结果显示，由于饲粮能量和蛋白质水平的不同，导致了滩羊的胴体分割出现差异[7]，同样的结果也在牦牛[30]上出现。本试验结果显示，提高饲粮能量和蛋白质水平，切块的优质比例有上升的趋势，可能由于臀部肌肉快速生长造成的。不同体重范围内，脂肪沉积的部位不同可能导致切块的优质比例变化，在育肥阶段，提高饲粮能量和蛋白质水平可以有效提高切块的优质比例[7]。

4 结 论

在陕北白绒山羊育肥阶段，饲粮粗蛋白质含量由8.73%提高到9.37%，代谢能由8.60 MJ/kg提高到9.24 MJ/kg能显著提高生长性能和屠宰性能，并且肉品质和切块的优质比例均有升高的趋势。

参考文献：

[1] 巩峰,王建民,王桂芝,等.饲粮不同能量对育肥奶山羊公羊生长性能和血清生化指标的影响[J].动物营养学报,2013,25(1):208–213.

[2] LING Y H,ZHANG X D,YAO N,et al.Genetic differentiation of Chinese indigenous meat goats ascertained using microsatellite information[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2012,25(2):177–182.

[3] 高文辉,崔卓越,李新春.榆林陕北白绒山羊屠宰性能的测定[J].中国畜禽种业,2010(8):58–59.

[4] 梁铁刚,王永军,田秀娥,等.哺乳期陕北白绒山羊羔羊体重生长发育规律研究[J].家畜生态学报,2012,33(2):45–49.

[5] 孙旺斌,张骞,屈雷,等.陕北白绒山羊周岁羯羊肌肉常规营养成分及肉质特性[J].食品科学,2011,32(17):357–361.

[6] 周世卫.日粮能蛋水平对4~8月龄滩羊育肥效果及优质切块比例的影响[D].硕士学位论

文.杨凌:西北农林科技大学,2016.

[7] 李雪玲,柴建民,张乃锋,等.断奶羔羊 4 种必需氨基酸限制性顺序和需要量模型探索[J].动物营养学报,2017,29(1):106–117.

[8] 祁敏丽,柴建民,王波,等.饲粮营养限制对早期断奶湖羊羔羊生长性能以及内脏器官发育的影响[J].动物营养学报,2016,28(2):444–454.

[9] 刘森轩,崔昱清,王复龙,等.我国常见家畜胴体分割及分级技术发展[J].肉类研究,2014,28(3):18–24.

[10] 赵有璋.中国养羊学[M].北京:中国农业大学出版社,2013.

[11] 王继卿,胡江,周智德,等.甘肃高山细毛羊不同杂交组合胴体分级和切块分割效果分析[J].中国农业科技导报,2016,18(6):58–64.

[12] 杨凤.动物营养学[M].2 版.北京:中国农业出版社,2004.

[13] 俞春山,叶勇,贾弟林,等.日粮能量水平对中卫山羊羯羊生长与屠宰性能的影响[J].中国草食动物,2011,31(1):31–33.

[14] 赵超.光照方式和日粮能量水平对陕北白绒山羊生产性能和屠宰性能的影响[D].硕士学位论文.杨凌:西北农林科技大学,2014.

[15] ATTI N,ROUISSI H,MAHOUACHI M.The effect of dietary crude protein level on growth,carcass and meat composition of male goat kids in Tunisia[J].Small Ruminant Research,2004,54(1/2):89–97.

[16] 张崇志,孙海洲,李胜利,等.光照和日粮能量干预对绒山羊消化率、毛囊活性和产绒性能的影响[J].家畜生态学报,2017,38(3):19–24.

[17] 冯昕炜,周艳,马绍楠,等.饲喂水平对多浪羊主要营养物质消化代谢的影响[J].粮食与饲料工业,2017(4):49–52.

[18] PLAIZIER J C,KRAUSE D O,GOZHO G N,et al.Subacute ruminal acidosis in dairy

cows:the physiological causes,incidence and consequences[J].The Veterinary Journal,2008,176(1):21–31.

[19] PACHECO R D L,CRUZ G D.Acidosis in Cattle[M]//PUNIYA A,SINGH R,KAMRA D,eds.Rumen microbiology:from evolution to revolution.New Delhi:Springer,2015:315–327.

[20] 张帆,刁其玉.能量对妊娠后期母羊健康及其羔羊的影响[J].中国畜牧兽医,2017,44(5):1369–1374.

[21] 王杰,崔凯,王世琴,等.饲粮蛋氨酸水平对湖羊公羔营养物质消化、胃肠道pH及血清指标的影响[J].动物营养学报,2017,29(8):3004–3013.

[22] 王慧,王玉红,魏安民,等.不同能量蛋白水平日粮对妊娠后期西农萨能羊生产性能和血液生化指标的影响[J].畜牧与兽医,2013,45(2):61–65.

[23] CHELIKANI P K,AMBROSE J D,KENNELLY J J.Effect of dietary energy and protein density on body composition,attainment of puberty,and ovarian follicular dynamics in dairy heifers[J].Theriogenology,2003,60(4):707–725.

[24] 邓凯平,王锋,马铁伟,等.日粮中添加不同水平紫苏籽对湖羊生长性能、瘤胃发酵及养分表观消化率的影响[J].草业学报,2017,26(5):205–212.

[25] 张崇志.日粮能量和光照干预对内蒙古白绒山羊毛囊活性和血液代谢组的影响[C]//中国畜牧兽医学会动物营养学分会第十二次动物营养学术研讨会论文集.北京：中国畜牧兽医学会，2016.

[26] LEE C Y,LEE H P,JEONG J H,et al.Effects of restricted feeding,low-energy diet,and implantation of trenbolone acetate plus estradiol on growth,carcass traits,and circulating concentrations of insulin-like growth factor (IGF)-Ⅰ and IGF-binding protein-3 in finishing barrows[J].Journal of Animal Science,2002,80(1):84–93.

[27] 刘宁,周玉香.日粮营养水平对育成滩母羊生长发育的影响[J].畜牧与兽

医,2017,49(5):46–50.

[28] 顾洪如,丁健,庄涛,等.不同粗饲料组合对波尔×徐淮山羊肉品质和血液生化指标的影响[J].中国畜牧杂志,2013,49(15):51–54.

[29] ESTRADA-ANGULO A,LÓPEZ-SOTO M A,RIVERA-MÉNDEZ C R,et al.Effects of combining feed grade urea and a slow-release urea product on performance,dietary energetics and carcass characteristics of feedlot lambs fed finishing diets with different starch to acid detergent fiber ratios[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2016,29(12):1725–1733.

[30] 景小平,吉汉忠,孔祥颖,等.日粮能量水平对冷季舍饲育肥牦牛生产性能、屠宰性能及优质切块肉产量的影响[C]//中国牛业发展大会论文集.固原:中国畜牧业协会,2015.

Effects of Dietary Energy and Protein Levels on Growth Performance, Serum Biochemical Indices, Slaughter Performance and Meat Quality of *Shanbei* White Cashmere Goats

TANG Peng WANG Yaoyue WANG Guojun CHEN Yulin YANG Yuxin*

(*College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling* 712100, *China*)

Abstract: The purpose of this study was to investigate the effects of dietary energy and protein levels on growth performance, serum biochemical indices, slaughter performance and meat quality of *Shanbei* white cashmere goats. Seventy-six *Shanbei* white cashmere goats aged 8 to 9 months were selected and divided into two groups with 38 goats per group. In diet for goats in the test group, metabolic energy was 9.24 MJ/kg, and crude protein content was 9.37%; in diet for goats in the control group, metabolic energy was 8.60 MJ/kg, and crude protein content was 8.73%. The

*Corresponding author, associate professor, E-mail: yangyuxin2002@126.com (责任编辑 王智航)

experiment lasted for 65 days with the first 10 days of pre-trial period. The results showed that compared with the control group, average daily gain, slaughter rate, loin muscle area, GR value and ether extract content in the test group were significantly higher ($P<0.05$); other growth performance indices (final body weight, dry matter intake and feed to gain ratio), slaughter performance indices (carcass weight, carcass cuts and their proportions), meat quality indices and serum biochemical indices were not significantly different between groups （$P>0.05$）. The results indicate that during the fattening process, dietary crude protein content increases from 8.73% to 9.37%, and metabolic energy increases from 8.60 MJ/kg to 9.24 MJ/kg, growth performance and slaughter performance of *Shanbei* white cashmere goats can be significantly increased.

Key words： *Shanbei* white cashmere goat; energy level; protein level; growth performance; slaughter performance; meat quality